

Respostas Fisiológicas do Dendzeiro Cultivado em Parnaíba, Piauí



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
126**

**Respostas Fisiológicas do Dendzeiro
Cultivado em Parnaíba, Piauí**

*Ueliton Messias
Marcos Emanuel da Costa Veloso
Jorge Cesar dos Anjos Antonini
Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos
Eugênio Celso Emérito Araújo
Melissa Oda Paulo Souza
Paulo Henrique Soares da Silva*

***Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2020***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte
Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-480, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte]
Serviço de Atendimento ao Cidadão(SAC)
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo

Secretário-Administrativo
Jeadys Araújo de Oliveira

Membros
Edvaldo Sagrilo, Orlane da Silva Maia, Luciana Pereira dos Santos Fernandes, Lígia Maria Rolim Bandeira, Humberto Umbelino de Sousa, Pedro Rodrigues de Araújo Neto, Antônio de Pádua Soeiro Machado, Alexandre Kemenes, Ana Lúcia Horta Barreto, Braz Henrique Nunes Rodrigues, Francisco José de Seixas Santos, João Avelar Magalhães, Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara,

Supervisão editorial
Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia

Tratamento das ilustrações
Jorimá Marques Ferreira

Editoração eletrônica
Jorimá Marques Ferreira

Fotos: Marcos Emanuel da Costa Veloso.

1ª edição
1ª impressão (2020): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Respostas fisiológicas do dendezeiro cultivado em Parnaíba, Piauí / Ueliton Messias ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2020.

PDF (20 p.) : il. ; 16 cm x 22 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 126).

1. Fotossíntese. 2. Transpiração. 3. Irrigação. 4. *Elaeis guineensis*. I. Messias, Ueliton. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.851 (21. ed.)

Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)

© Embrapa, 2020

Sumário

Resumo5

Abstract7

Introdução.....8

Material e Métodos10

Resultados e Discussão13

Conclusões18

Referências19

Respostas Fisiológicas do Dendzeiro Cultivado em Parnaíba, Piauí

Ueliton Messias¹

Marcos Emanuel da Costa Veloso²

Jorge Cesar dos Anjos Antonini³

Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos⁴

Eugênio Celso Emérito Araújo⁵

Melissa Oda PauloSouza⁶

Paulo Henrique Soares da Silva⁷

Resumo - O objetivo do trabalho foi avaliar a taxa fotossintética líquida de CO₂, a condutância estomática, a concentração intracelular de CO₂, a taxa de transpiração e a eficiência do uso da água de dendzeiro em diferentes níveis de disponibilidade de água no solo e em épocas do ano. O experimento foi conduzido na Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio-Norte, em Parnaíba, Piauí. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. As subparcelas foram formadas pelas cultivares BRS C2501 e BRS C2528. As respostas fisiológicas das cultivares BRS C2501 e BRS C2528 foram maiores no período chuvoso, quando essas cultivares foram submetidas a diferentes fatores de disponibilidade de água no solo e a horários do dia, exceto a eficiência de uso da água que foi maior no período seco.

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Biologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

³Engenheiro agrícola, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁶Engenheira-agrônoma, doutora em Recursos Florestais, professora da Universidade Estadual do Piauí, Teresina, PI

⁷Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

As cultivares BRS C2501 e BRS C2528 apresentam taxa fotossintética líquida de CO_2 , condutância estomática, concentração interna de CO_2 e taxa de transpiração superiores no período chuvoso em diferentes fatores de disponibilidade de água no solo e em horários do dia. A eficiência do uso da água das cultivares BRS C2501 e BRS C2528 é maior no período seco, quando essas cultivares são submetidas a diferentes fatores de disponibilidade de água no solo e a horários do dia.

Termos para indexação: *Elaeis guineensis*, fotossíntese, condutância estomática, eficiência do uso da água, irrigação.

Physiological Responses of Oil Palm Cultivated in Parnaíba, Piauí

Abstract –The objective of the work was to evaluate the net photosynthetic CO₂ rate, stomatal conductance, intracellular CO₂ concentration, transpiration rate, and water use efficiency of oil palm under different levels of soil water availability and seasons. The experiment was conducted at the Research and Development Execution Unit of Embrapa Mid-North, in Parnaíba, Piauí state. A randomized block design was used in a split-plot scheme. The subplots were formed by the cultivars BRS C2501 and BRS C2528. The physiological responses of cultivars BRS C2501 and BRS C2528 were higher in the rainy period when subjected to different factors of soil water availability and times of the day. Except, the water use efficiency that was higher in the dry period. The cultivars BRS C2501 and BRS C2528 present net photosynthetic CO₂ rate, stomatal conductance, internal CO₂ concentration and transpiration rate higher in the rainy period under different factors of water availability in the soil and times of the day. The water use efficiency of BRS C2501 and BRS C2528 cultivars is higher in the dry season when subjected to different factors of soil water availability and times of the day.

Index terms: *Elaeis guineensis*, photosynthesis, stomatal conductance, water use efficiency, irrigation.

Introdução

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira de origem africana que pertence à família Arecaceae. É uma planta de clima tropical, de propagação natural gâmica, monocotiledônea, monoica, alógoma, encontrada em estado selvagem, semisselvagem e cultivada, e o homem é o principal responsável pela propagação da espécie (Lima et al., 2013). A *Elaeis guineensis* Jacq. é a oleaginosa de valor econômico mais produtiva que se tem conhecimento e destaca-se como mais competitiva no mercado mundial do que os produtos similares (A Palma..., 2013?).

A Embrapa é responsável pelo único programa de melhoramento genético do dendezeiro e também a única empresa com campos de produção de sementes de dendezeiro tenera registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Entre as cultivares inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC)/MAPA, estão a cultivar BRS C2528 e a BRS C2501. Tais cultivares apresentam-se com taxa de crescimento médio do tronco em altura de $0,45 \text{ m ano}^{-1}$, produzem de 15 a 30 toneladas de cacho $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, com taxa de extração de óleo do mesocarpo (polpa) em torno de 22% e produção média de óleo de palma que varia de 3,3 a $6,6 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, taxa de extração de óleo de palmiste em torno de 2,5% e $0,38 \text{ a } 0,75 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$. A colheita de cachos inicia-se no quarto ano após o plantio; a produção é crescente até o sétimo ano e se mantém relativamente estável até o 17º/18º ano, quando passa a ser decrescente. O final da exploração economicamente viável ocorre com 25 a 30 anos, com o aumento do custo de colheita por causa da altura das plantas e da queda da produtividade. A produção se estende por todo o ano com fases de alta e baixa produtividade, podendo, respectivamente, chegar a 15% e a 5% da produção anual em um só mês, dependendo da distribuição das chuvas na região.

O estresse por déficit hídrico é o principal fator limitante da produtividade de cachos de fruto fresco (CFF) do dendezeiro (Kallarackal et al., 2004; Rivera Méndez et al., 2012). O consumo de água dessa palmeira varia com

a idade da planta e com a demanda evapotranspirométrica da região de cultivo (Antonini: Malaquias, 2019). Em sistemas produtivos de sequeiro, o dendzeiro demanda de 1.800 mm a 2.000 mm de precipitação anual bem-distribuída para uma produção ótima.

A capacidade de água disponível para a planta (CAD) é caracterizada pela água disponível no perfil do solo, entre a capacidade de campo (Cc) e o ponto de mucha permanente (Pmp), correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular. As plantas diferem entre si quanto à fração máxima da CAD que pode ser utilizada, sem provocar prejuízos em quantidade e qualidade da produção. Essa fração é definida como fator de disponibilidade de água ou fator de depleção (F). Esse fator varia de 0,18 (hortaliças) a 0,88 (algodão) (Bernardo et al., 2019). Compreender as respostas do dendzeiro ao deficit hídrico é muito importante, visando à relação solo-água-planta em diferentes fatores de disponibilidade de água e épocas.

Nogueira et al. (2001) ressaltam que o ideal é que seja analisado um conjunto de variáveis, tais como, a fotossíntese (A), a condutância estomática (gs), a transpiração foliar (E), a concentração interna de CO_2 (Ci) e a eficiência do uso da água ($A E^{-1}$), que são coletivamente considerados indicativos do desempenho dos vegetais diante do estresse hídrico.

Existe uma rede de diferentes mecanismos, como condutância estomática, potencial fotossintético, sistema radicular, ajuste osmótico e reservas de assimilados, que as plantas adotam durante condições de seca para sobreviver e reduzir os efeitos de deficits hídricos (Rivera Méndez et al., 2012).

O rendimento potencial é definido como o rendimento teórico a uma dada temperatura, concentração atmosférica de CO_2 ambiente e radiação fotossinteticamente ativa (PAR), com gerenciamento agrônomico ideal e sem limitações de água, de nutrientes, de pragas e de doenças (Van Ittersum: Rabbinge, 1997).

O trabalho teve por objetivo avaliar a taxa fotossintética líquida de CO_2 (A), a condutância estomática (gs), a concentração intracelular de CO_2 (Ci), a taxa

de transpiração (E) e a eficiência do uso da água (EUA) de duas cultivares de dendezeiro em diferentes níveis de disponibilidade de água no solo e em épocas do ano.

Justificativa de alinhamento com os objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU

Respostas Fisiológicas do Dendezeiro Cultivado em Parnaíba, Piauí. O Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento está alinhado com o “Objetivo 7. Energia Acessível e Limpa: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos”, dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ONU. A meta do trabalho é contribuir para o aumento substancial da participação de energias renováveis na matriz energética global, visando à implementação de práticas agrícolas robustas, otimização de produtividade e produção, manutenção de ecossistemas da região de Parnaíba e fortalecimento da capacidade de adaptação às mudanças do clima. Para tanto, a estratégia do Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento é evidenciar as alterações fisiológicas que podem ser utilizadas em programas de melhoramento de plantas de dendezeiros cultivados em condições de deficit hídrico, alinhando as áreas agrônômicas como fitotecnia, irrigação e economia.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio-Norte, situado em Parnaíba, PI (03°05'280" S e 41°46'998" W). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com duas repetições, um tratamento (sem irrigação, T5) e os demais constituídos pelos fatores de disponibilidade de água no solo no momento da irrigação (F): 0,20,

T1; 0,40, T2; 0,60, T3; e 0,80, T4, cujos menores valores de F correspondem aos maiores teores de umidade do solo. As subparcelas foram formadas por duas cultivares de dendezeiro: BRS C2501 e BRS C2528.

O plantio foi realizado no espaçamento de 9 m x 9 m, com 143 plantas por hectare. Os tratamentos só foram aplicados após 13 meses do estabelecimento das plantas no campo (05/08/2013), período em que os tratamentos irrigados foram submetidos a um único manejo de irrigação. A correção do solo e as adubações foram realizadas com base na análise físico-química do solo, amostradas nas profundidades 0,0 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m. Os tratos culturais foram realizados sempre que necessário.

Utilizou-se o sistema de irrigação localizada por microaspersão, com dois emissores por planta e vazão de 53 L h⁻¹. As lâminas de irrigação foram definidas em função do coeficiente de cultura, Kc (Antonini et al., 2019) e da evapotranspiração de referência, ETo, estimada pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Utilizaram-se os dados climáticos de temperatura, umidade e precipitação correspondentes ao período de janeiro a dezembro de 2017, obtidos da Estação Agrometeorológica Automática da Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio-Norte (w 1). O fator F determinou a frequência de irrigação; a quantidade de água fornecida à cultura foi determinada pelo somatório das ETc = (ETo x Kc) no intervalo entre irrigações de cada tratamento.

As variáveis avaliadas no terço-médio da folha 17 de um bloco do experimento de dendezeiro foram: taxa fotossintética líquida de CO₂ (A), taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração intracelular de CO₂ (Ci) e, por meio da razão entre A e E, a eficiência do uso da água (EUA). Escolheu-se aleatoriamente o segundo bloco do experimento de dendezeiro, que continha os cinco tratamentos. Cada tratamento continha duas subparcelas (cultivares BRS C2501 e BRS C2528), com seis plantas de cada. Entre as seis plantas, foram selecionadas aleatoriamente duas plantas por cultivar. Nestas plantas, realizaram-se as leituras das variáveis fisiológicas com o IRGA (Infra Red Gas Analyzer).

As coletas de dados foram realizadas em 25/04/2017 e 29/11/2017, nos finais dos períodos chuvoso e seco, respectivamente, nos seguintes horários: 7h, 9h, 11h, 13h, 15h e 17h. Os valores médios mensais de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%) e precipitação (mm) dos meses de 2017 podem ser observados na Figura 1.

Utilizou-se o IRGA, modelo Li-6400XT. A densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA) foi padronizada em $1.500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com concentração de CO_2 do ar variando de acordo com as condições locais.

Os resultados foram avaliados pelo Teste t-Student, a 5% de probabilidade, para comparação dos manejos e das épocas. Na comparação dos fatores de disponibilidade de água (F) entre épocas, aplicou-se o teste t-pareado ($p < 0,05$) e, para a avaliação das variáveis nos diferentes horários do dia, ajustaram-se modelos de regressão. A escolha dos modelos seguiu os critérios de significância do modelo e da estimativa do coeficiente de determinação (R^2). As análises foram realizadas pelo Software R de computação estatística (R Development Core Team, 2019).

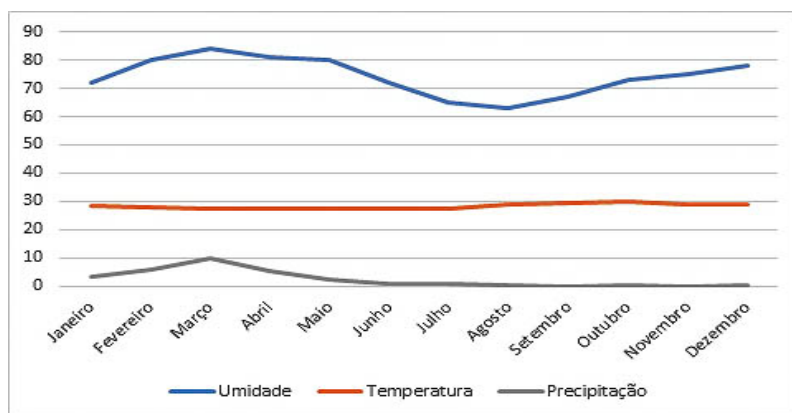
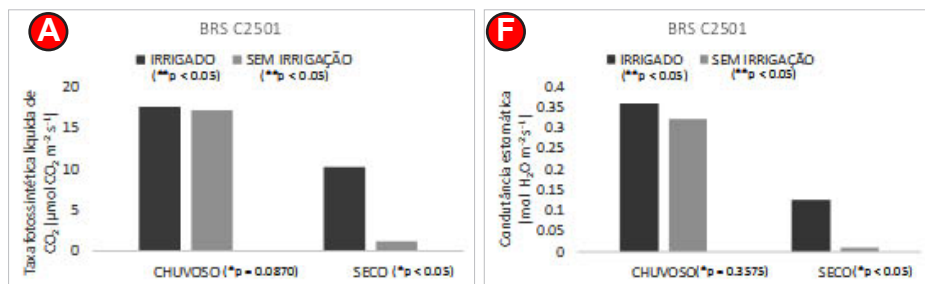


Figura 1. Valores médios mensais de umidade relativa (%), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação (mm) correspondentes ao período de janeiro a dezembro de 2017. Dados obtidos da Estação Agrometeorológica Automática da Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio-Norte, em Parnaíba, PI.

Resultados e Discussão

Os dados mostram a importância da irrigação nas respostas fisiológicas do dendzeiro nos períodos de baixa precipitação (Figura 1). Ao avaliar as cultivares nos períodos chuvoso e seco, verificou-se que o déficit hídrico afetou de forma significativa a taxa fotossintética líquida de CO_2 , a condutância estomática e a taxa de transpiração das plantas de dendzeiro, com destaque para plantas sem irrigação no período seco (Figura 2).

Nesse período, o déficit hídrico causou a morte de plantas sem irrigação da cultivar BRS C2528. No período chuvoso, os valores de taxa fotossintética líquida de CO_2 , de condutância estomática, de concentração intracelular de CO_2 e de taxa de transpiração não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) nos tratamentos irrigados e sem irrigação na cultivar BRS C2501 (Figuras 2A a 2E). Já no período seco, a taxa fotossintética líquida de CO_2 , a condutância estomática, a concentração intracelular de CO_2 e a taxa de transpiração foram inferiores aos valores do período chuvoso, diferindo entre si ($p \leq 0,05$) tanto nas plantas irrigadas como nas plantas sem irrigação. Os valores de eficiência do uso da água foram maiores no período seco em relação ao período chuvoso, mas não diferiram estatisticamente entre si (Figura 2E).



Continua...

Figura 2. Continuação.

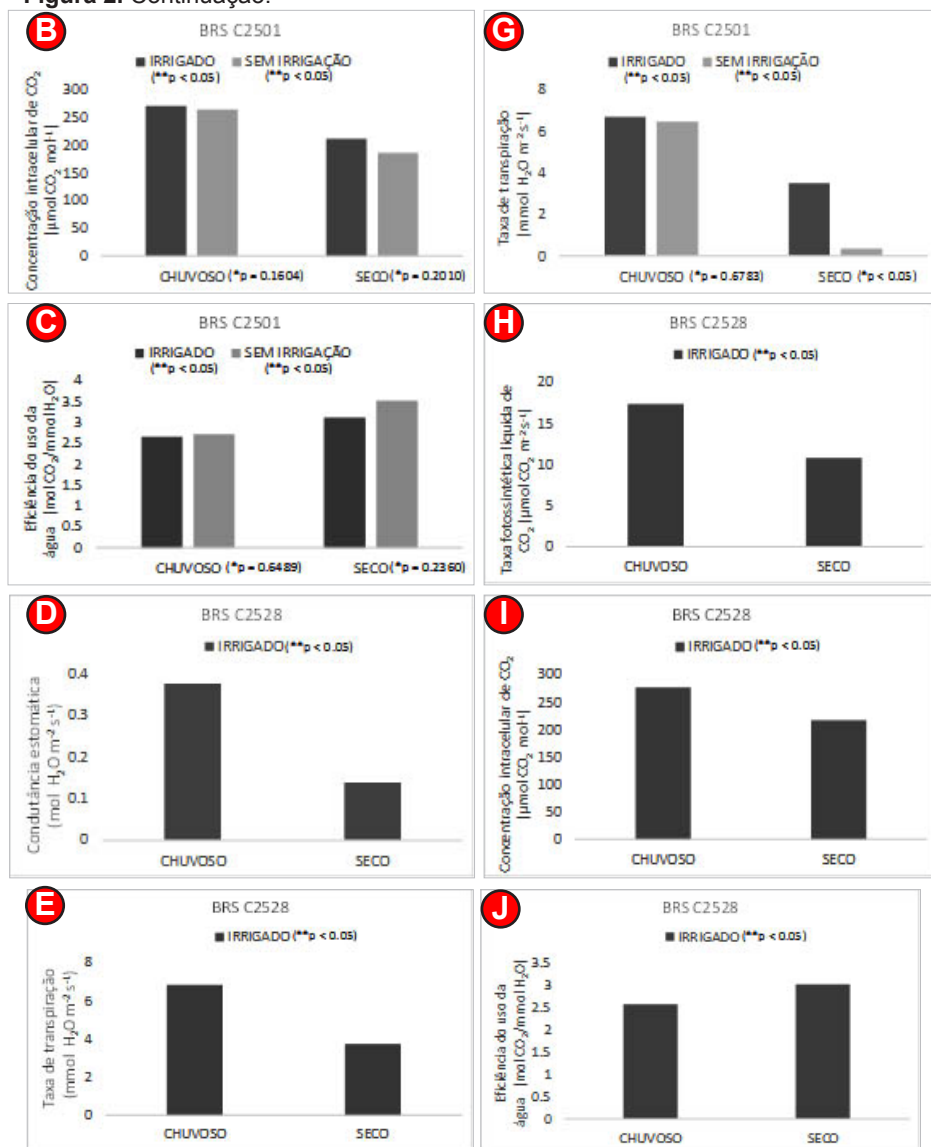


Figura 2. Taxa fotossintética líquida de CO_2 , condutância estomática, concentração intracelular de CO_2 , taxa de transpiração e eficiência do uso da água em cultivares (BRS C2501 e BRS C2528) de dendezeiro irrigado e sem irrigação. *Diferença entre plantas irrigadas e sem irrigação, avaliadas no mesmo período, significativa pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade. **Diferença entre períodos, avaliados no mesmo manejo (irrigado ou sem irrigação), significativa pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.

Os valores de taxa fotossintética líquida de CO_2 , de condutância estomática, de concentração intracelular de CO_2 e de taxa de transpiração das cultivares BRS C2501 e BRS C2528 foram maiores no período chuvoso em relação ao período seco, quando essas cultivares foram submetidas a diferentes fatores de disponibilidade de água no solo (Figuras 3A, 3D, 3B e 3E).

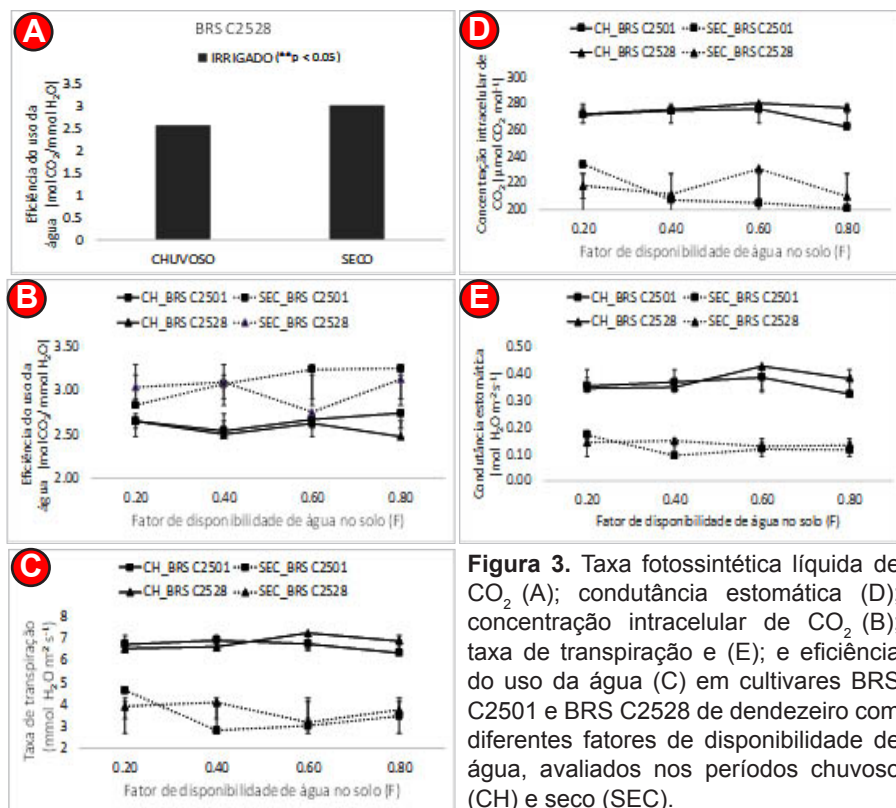


Figura 3. Taxa fotossintética líquida de CO_2 (A); condutância estomática (D); concentração intracelular de CO_2 (B); taxa de transpiração e (E); e eficiência do uso da água (C) em cultivares BRS C2501 e BRS C2528 de dendeeiro com diferentes fatores de disponibilidade de água, avaliados nos períodos chuvoso (CH) e seco (SEC).

Feita a média dos fatores de disponibilidade de água no solo, as diferenças entre os valores de taxa fotossintética líquida de CO_2 , de condutância estomática, de concentração intracelular de CO_2 e de taxa de transpiração das cultivares foram de 39,7%, 68,1%, 21,7% e 46,07%, respectivamente, entre os períodos chuvoso e seco (Figuras 3A, 3D, 3B e 3E). A disponibilidade

de água no solo foi eficaz para manutenção das respostas fisiológicas, evitando a morte da cultivar BRS C2528 no período seco. A irrigação oferece uma oportunidade para melhorar o desenvolvimento das culturas durante o ano (Carr, 2011). Os valores de eficiência do uso da água foram superiores no período seco em relação ao período chuvoso (Figura 3C).

De acordo com os ajustes dos modelos de regressão, observou-se que no período chuvoso os valores de taxa fotossintética líquida de CO_2 , de condutância estomática, de concentração intracelular de CO_2 e de taxa de transpiração nas cultivares BRS C2501 e BRS C2528, obtidos em diferentes horários do dia, foram superiores ao período seco (Figura 4).

Os valores de taxa fotossintética líquida de CO_2 e de condutância estomática apresentaram respostas lineares decrescentes significativas ($p \leq 0,05$) ao longo do dia, tanto no período chuvoso como no período seco (Figuras 4A e 4D). Os valores de concentração intracelular de CO_2 apresentaram respostas lineares decrescentes ao longo do dia no período chuvoso (Figura 4B). Já no período seco, os valores de concentração intracelular de CO_2 ajustaram-se a um modelo polinomial quadrático significativo ($p \leq 0,05$), apresentando maiores valores nos horários de 7h e 17h (Figura 4B). Os valores de taxa de transpiração apresentaram respostas lineares decrescentes ao longo do dia no período seco (Figura 4E). No período chuvoso, os valores de taxa de transpiração ajustaram-se a um modelo quadrático ($p \leq 0,05$), apresentando decréscimos a partir das 13h (Figura 4E).

A eficiência do uso da água a partir das 11h foi maior no período seco em relação ao período chuvoso (Figura 4C). Esses dados indicam que as cultivares BRS C2501 e BRS C2528, mesmo no período seco, responderam diariamente com menores taxas fotossintéticas líquidas de CO_2 , condutância estomática e concentração intracelular de CO_2 sem comprometer a eficiência do uso da água. Franco e Lüttge (2002) concluíram que altas irradiâncias e alta demanda evaporativa da atmosfera resultam em um forte controle estomático da transpiração e em uma depressão substancial das taxas fotossintéticas em árvores de savana durante dias ensolarados na estação chuvosa.

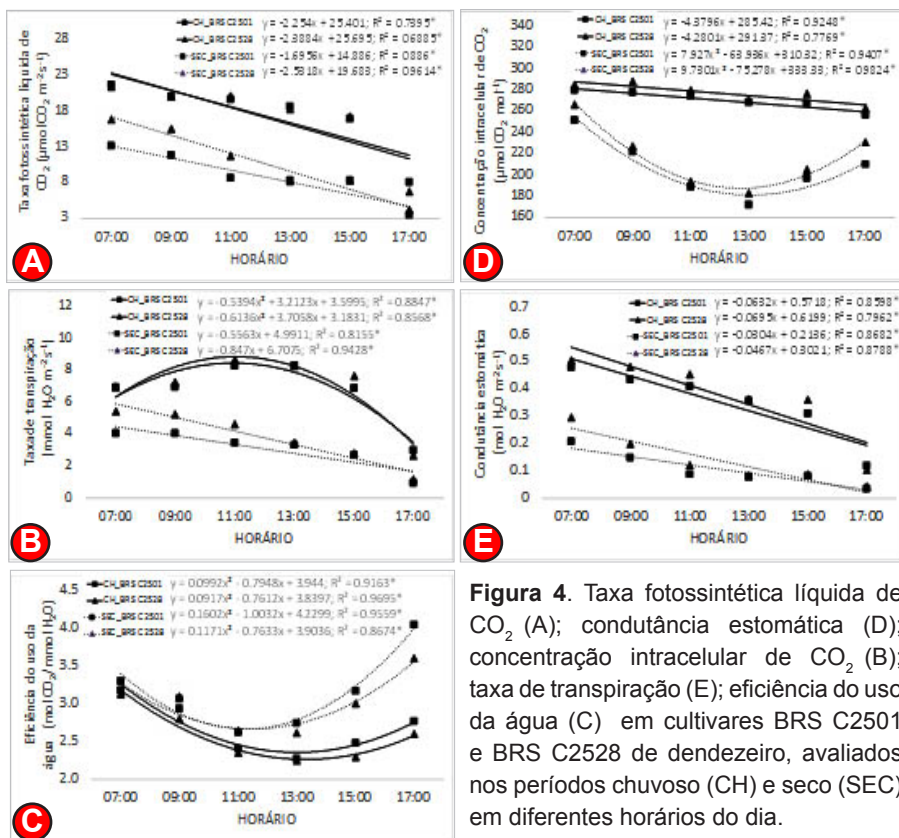


Figura 4. Taxa fotossintética líquida de CO_2 (A); condutância estomática (D); concentração intracelular de CO_2 (B); taxa de transpiração (E); eficiência do uso da água (C) em cultivares BRS C2501 e BRS C2528 de dendzeiro, avaliados nos períodos chuvoso (CH) e seco (SEC) em diferentes horários do dia.

A cultivar BRS C2501 tem maior capacidade de se adaptar às condições prolongadas de seca mais efetivamente do que a BRS C2528 durante o ano, haja vista que, não havendo disponibilidade de água no solo, não ocorreu morte da cultivar BRS C2501.

A eficiência do uso da água nas cultivares BRS C2501 e BRS C2528 foi maior no período seco. Nas condições experimentais estudadas, as cultivares BRS C2501 e BRS C2528 responderam com taxas de transpiração maiores no período chuvoso. Assim sugere-se que o dendzeiro em baixa disponibilidade de água é capaz de responder com maior eficiência ao uso da água.

A estratégia de estudar as alterações fisiológicas pode ser utilizada em estudos de programas de melhoramento de plantas de dendezeiros, aliados às áreas agrônomicas como fitotecnia, irrigação e economia. Tal estratégia, como um todo, parece mais eficiente para deduzir os níveis de tolerância em diferentes cultivares, do que estudar cada parâmetro individualmente e separadamente.

As condições de déficit hídrico influenciam as plantas quanto a processos fisiológicos envolvidos no crescimento, desenvolvimento e produção (Jazayeri et al., 2015). Para alcançar a recomendação para cultivo na região de Parnaíba, os resultados alcançados neste trabalho devem ser correlacionados com potencial de produção e rendimento de ambas as cultivares em diferentes níveis de disponibilidade de água no solo e em época do ano.

Conclusões

A taxa fotossintética líquida de CO_2 , a condutância estomática, a concentração interna de CO_2 e a taxa de transpiração das cultivares BRS C2501 e BRS C2528 são menores no período seco, quando essas cultivares são submetidas a diferentes fatores de disponibilidade de água no solo e a horários do dia.

A eficiência do uso da água das cultivares BRS C2501 e BRS C2528 é maior no período seco, quando essas cultivares são submetidas a diferentes fatores de disponibilidade de água no solo e a horários do dia.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANTONINI, J. C. dos A.; MALAQUIAS, J. V. **Estabelecimento do momento de irrigação da palma de óleo, cultivada sob condições de clima tropical de savana**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2019. 22 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 350).
- ANTONINI, J. C. dos A.; VELOSO, R. F.; MALAQUIAS, J. V. **Evapotranspiração e coeficiente de cultivo na fase produtiva da palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) nas condições de clima tropical de savana**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 21 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 325).
- A PALMA no Brasil e no mundo. Belém, PA: Abrapalma, (2013?). Disponível em: <http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo/>. Acesso em: 11 jan. 2020.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D.D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2019. 545 p.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineensis*): a review. **Experimental Agriculture**, v. 47, n. 4, p. 629-652, 2011.
- FRANCO, A. C.; LUTTGE, U. Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical efficiency, photorespiration, CO₂ assimilation and water use efficiency. **Oecologia**, v. 131, n. 3, p. 356-365, 2002.
- JAZAYERI, S. M.; RIVERA, Y. D.; CAMPEROS-REYES, J. E.; ROMERO, H. M. Physiological effects of water deficit on two oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) genotypes. **Agronomía Colombiana**, v. 33, n. 2, p. 164-173, 2015.
- KALLARACKAL, J.; JEYAKUMAR, P.; GEORGE, S. J. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. **Journal of Oil Palm Research**, v. 16, p. 45-53, 2004.
- LIMA, W.A. A. de; CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; GREEN, M.; ABREU, S. C.; SIMONETTI, R. **Produção de sementes germinadas de dendzeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.) na Embrapa**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 14 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 41).

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V. de; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 11 jan. 2020.

RIVERAMÉNDEZ, Y. D.; MORENO CHACÓN, L.; BAYONA, C. J.; ROMERO, H. M. Physiological response of oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* HBK Cortes versus *Elaeis guineensis* Jacq.) to water deficit. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 24, n. 4, p. 273-280, 2012.

VAN ITTERSUM, M. K.; RABBINGE, R. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. **Field Crops Research**, v. 52, n. 3, p. 197-208, 1997.



Meio-Norte

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL